

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-327429

(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.Cl.

G01F 17/00  
G01F 23/28

(21)Application number : 07-152376

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 26.05.1995

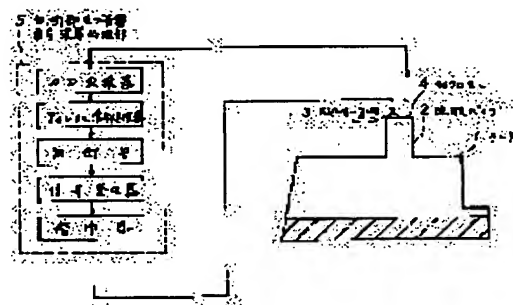
(72)Inventor : OKAJIMA MASAHIKO

## (54) LIQUID-AMOUNT DETECTION APPARATUS FOR TANK

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a liquid-amount detection apparatus, for a tank, in which a failure rate is lowered, whose maintainability is enhanced and which is labor-saving and economical by a method wherein an air amount inside the tank is detected by a loudspeaker sound source attached to a liquid injection pipe and by a microphone detecting a reverberation sound inside the tank, a liquid amount inside the tank is found by a computing operation on the basis of it and a moving part used to detect a liquid surface or a part coming into direct contact with a liquid is eliminated.

CONSTITUTION: A liquid-amount detection apparatus detects a liquid amount inside a container 1 at which a pipe 2 having a prescribed cross section has been installed. The liquid-amount detection apparatus is provided with a loudspeaker 3 which is installed at the inside of the pipe and which generates sound waves while a frequency is being changed, with a microphone 4 which is installed additionally at the inside of the pipe and which detects the maximum level of a reverberation sound generated by the loudspeaker and with a processor 5 which detects the liquid amount inside the container by Helmholtz's resonance principle on the basis of the frequency of the sound waves generated by the loudspeaker when the reverberation sound has reached the maximum level.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-327429

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 17/00  
23/28

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 F 17/00  
23/28

技術表示箇所

C  
T

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-152376

(22) 出願日 平成7年(1995)5月26日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 岡島 正彦

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

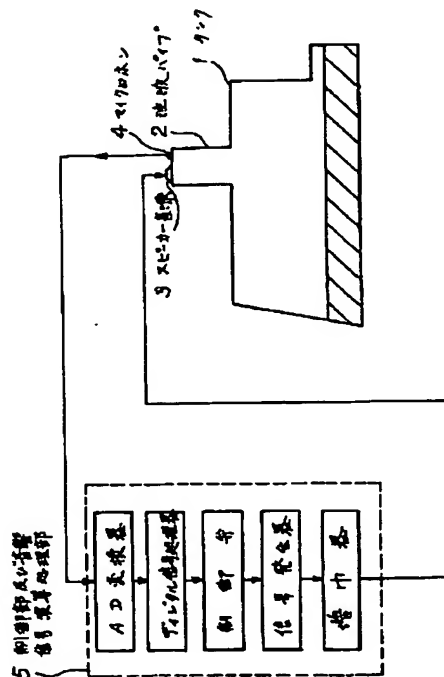
(74) 代理人 弁理士 塚本 正文 (外1名)

(54) 【発明の名称】 タンクの液量検出装置

(57) 【要約】

【目的】 注液パイプに取り付けられたスピーカー音源とタンク内の残響音を検出するマイクロホンによってタンク内空気容量を検出し、これに基づいて演算によりタンク内液量が求められ、したがって、液面を検出するための可動部分あるいは直接液体に接触する部分がなくなり、故障率を低下するとともにメンテナンス性を向上する省人省力的かつ経済的なタンクの液量検出装置。

【構成】 所定の断面積を有するパイプ2を設けた容器1内の液量を検出する液量検出装置において、同パイプ内部に設けられ周波数を変化させながら音波を発するスピーカー3と、同パイプ内部に付設され同スピーカーが発した残響音の極大レベルを検出するマイクロホン4と、同残響音が極大レベルになったときに同スピーカーから発した音波の周波数に基づいて同ヘルムホルツの共鳴原理により容器内液量を検出する処理装置5とを具えたこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の断面積を有する注液パイプを具えてなる容器内の貯溜液量を検出する液量検出装置において、同注液パイプの入口部に設けられ周波数を変化させながら音波を発するスピーカーと、同パイプ内部に付設され同スピーカーが発した残響音の極大レベルを検出するマイクロホンと、同残響音が極大レベルになったときに同スピーカーから発した音波の周波数に基づいてヘルムホルツの共鳴原理により容器内の貯溜液量を検出する演算装置とを具えたことを特徴とするタンクの液量検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、タンク等の容器に注液された液体の液量の検出に適用されるタンクの液量検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のフロート式液量計においては、容器内部に可動部があり、フロートの移動量を液面のレベル変位に変換する必要がある。また、フロートの移動範囲が液面検出範囲となり、容器形状によってはフロートの移動量が制限されることがある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この種のフロート式液量計では、上記のように、フロートの移動量によって液面を検出した場合、液面の上下移動をフロートの上下変位に変換し、フロートに連結された発信器により液面を計測するのであるが、その際、発信器が上下の移動量を検出するとき、タンクの深さと同じ長さの発信器が必要となる。また、発信器がフロートの移動量を回転角に変換するとき、上下動が回転角に比例せず、回転角によっては極端に誤差が大きくなる場合もある。

【0004】 本発明はこのような事情に鑑みて提案されたもので、注液パイプに取り付けられたスピーカー音源と、タンク内の残響音を検出するマイクロホンによってタンク内空気容量を検出し、これに基づいて演算によりタンク内液量が求められる。したがって、液面を検出するための可動部分あるいは直接液体に接触する部分がなくなり、故障率を低下するとともにメンテナンス性を向上する省人省力的かつ経済的なタンクの液量検出装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成するために本発明は、所定の断面積を有する注液パイプを具えてなる容器内の貯溜液量を検出する液量検出装置において、同注液パイプの入口部に設けられ周波数を変化させながら音波を発するスピーカーと、同パイプ内部に付設され同スピーカーが発した残響音の極大レベルを検出するマイクロホンと、同残響音が極大レベルになったときに同スピーカーから発した音波の周波数に基づいて

ヘルムホルツの共鳴原理により容器内の貯溜液量を検出する演算装置とを具えたことを特徴とする。

## 【0006】

【作用】 このような構成によれば、容器の空気部容量を検出するため注液パイプに取り付けられたスピーカー音源からタンク内に音圧レベル一定で周波数のみ連続変化させた音波を放射し、同時に注液パイプに取り付けられたマイクロホンによりタンク内残響音を測定する。そうすると、残響音は空気部分の共鳴周波数でレベルが極大となるので、これにより空気部分の共鳴周波数が求められる。さらに、共鳴周波数と空気容量間には一定の関係があるので、この関係を利用して空気容量を得ることができる。したがって、タンク内液量はタンク容量からタンク内空気量を除いた値として最終的に求めることが可能となるのである。これは、下記するヘルムホルツの共鳴原理に基づくものであり、タンク内空気部分容量と共鳴周波数の間には次の関係があることによるものである。

$$f = (1/2\pi) \cdot c \sqrt{S/L'V}$$

ここで、  $c$  : 空気中の音速 ( $m/s$ )

$f$  : 空気部分の共鳴周波数 ( $Hz$ )

$S$  : 注液パイプの断面積 ( $m^2$ )

$L'$  : 補正した注液パイプ首長さ ( $m$ )

ただし、

$$L' = L + 1.7a \quad (\text{フランジ付パイプの場合})$$

$$= L + 1.5a \quad (\text{フランジ無パイプの場合})$$

$L$  : 注液パイプの首長さ ( $m$ )

$a$  : 注液パイプ断面の等価半径 ( $m$ )

$V$  : タンク内空気容量

したがって、タンク内液量は次式で求められる。

$$V_f = V_{total} - V \\ = V_{total} - (c/2\pi f)^2 \cdot (S/L')$$

ここで、

$V_f$  : タンク内液量

$V_{total}$  : タンク総容量 である。

## 【0007】

【実施例】 本発明を燃料タンクに適用した一実施例を図面について説明すると、図1はその全体系統図、図2は図1のタンクを示す拡大図である。

【0008】 まず、図1において、タンクつまり被計測容器1に注液パイプ2から注液されたタンク内液量を計測するため、注液パイプ2の上端入口にスピーカー音源3とマイクロホン4を取り付ける。これら2つの音響プローブは制御及び音響信号処理装置5によって制御される。

【0009】 すなわち、同図に示すように、スピーカー音源3からレベル一定で周波数のみ連続的に変化する音波が、被計測容器1内に放射され、これにより容器内に発生した残響音はマイクロホン4によりモニターされ、残響音レベルが極大となる周波数、すなわち容器内空気

3

部分の共鳴周波数が検出される。

【0010】すなわち図2に示すように、被計測容器の注液パイプに取り付けられたスピーカー音源から音圧レベル一定で周波数のみ連続変化させた音響放射を行い、これにより生ずるタンク内残響音を注液パイプに取り付けられたマイクロホンによりモニターする。残響音はタンク内空気部分の共鳴周波数でレベルが極大となること、共鳴周波数と空気容量には一定の関係があること、そして、タンク内液量はタンク総容量から空気部分容量を除いた量であることから、残響音のレベル変動を計測することによりタンク液量を求めることができる。

【0011】ここで、タンク内空気部分容量と共鳴周波数の間にはヘルムホルツの原理により次の関係がある。

$$f = (1/2\pi) \cdot c \sqrt{(S/L'V)}$$

ここで、 $c$ ：空気中の音速 (m/s)

$f$ ：空気部分の共鳴周波数 (Hz)

$S$ ：注液パイプの断面積 ( $m^2$ )

$L'$ ：補正した注液パイプ首長さ (m)

ただし、

$L' = L + 1.7a$  (フランジ付パイプの場合)

$= L + 1.5a$  (フランジ無パイプの場合)

$L$ ：注液パイプの首長さ (m)

$a$ ：注液パイプ断面の等価半径 (m)

$V$ ：タンク内空気容量

【0012】したがって、タンク内液量は次式で求められる。

$$V_f = V_{total} - V$$

$$= V_{total} - (c/2\pi f)^2 \cdot (S/L')$$

ここで、

$V_f$ ：タンク内液量

$V_{total}$ ：タンク総容量 である。

なお、前記ヘルムホルツの共鳴原理では換言すれば、タンク2を同タンク内の液面上方の空気がマスとして、注液パイプ中の空気がばねとして、それぞれ作用する振動系と等価であるばね-マス系とみるのである。この等価的振動系は、例えば、フラスコの大径部の上端部を越えないレベルに液を入れた場合であって、注液パイプの下端は液面の上方に開口していることが重要であり、また

4

音源スピーカーは注液パイプの入口付近に付設することが实际的である。

【0013】

【発明の効果】本発明装置は、基本的な音響原理を用いた計測装置であるから、光学式あるいは超音波式の液量計に比べて、機構が非常に単純である。また、可動部が無いので、保守は容易であり、被計測溶液中には装置が全く装備されていないので、被計測溶液及び計測装置が劣化することがない。

10 【0014】要するに本発明によれば、所定の断面積を有する注液パイプを具えてなる容器内の貯溜液量を検出する液量検出装置において、同注液パイプの入口部に設けられ周波数を変化させながら音波を発するスピーカーと、同パイプ内部に付設され同スピーカーが発した残響音の極大レベルを検出するマイクロホンと、同残響音が極大レベルになったときに同スピーカーから発した音波の周波数に基づいてヘルムホルツの共鳴原理により容器内の貯溜液量を検出する演算装置とを具えたことにより、注液パイプに取り付けられたスピーカー音源とタンク内の残響音を検出するマイクロホンによってタンク内空気容量を検出し、これに基づいて演算によりタンク内液量が求められる。したがって、液面を検出するための可動部分あるいは直接液体に接触する部分がなくなり、故障率を低下するとともにメンテナンス性を向上する省人省力的かつ経済的なタンクの液量エネルギー装置を得るから、本発明は産業上極めて有益なものである。

【図面の簡単な説明】

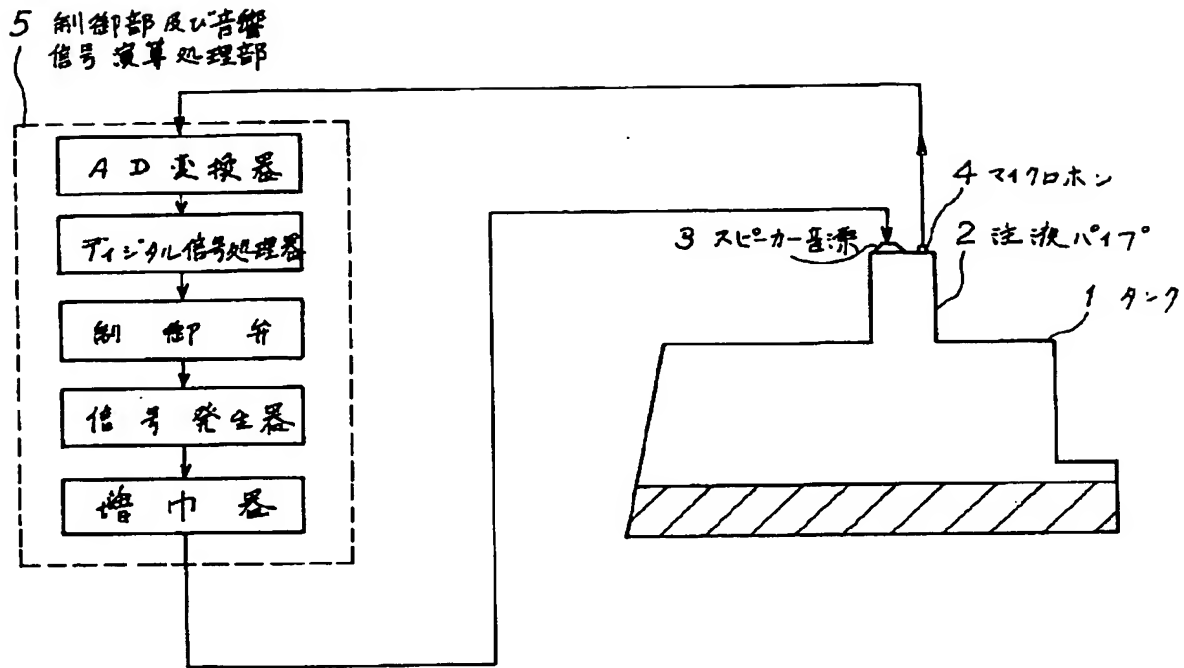
【図1】本発明を燃料タンクに適用した一実施例を示す全体系統図である。

30 【図2】図1のタンクにおける液量検出関係式の説明図である。

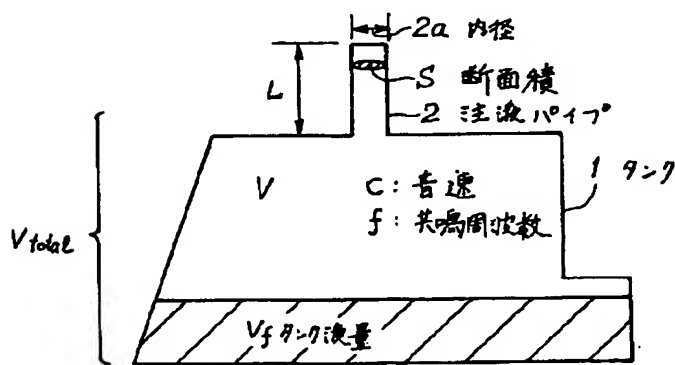
【符号の説明】

- 1 被計測容器 (タンク)
- 2 注液パイプ
- 3 スピーカー音源
- 4 マイクロホン
- 5 制御部及び音響信号演算処理部

【図1】



【図2】



$$\begin{aligned}
 V_f &= V_{total} - V \\
 &= V_{total} - \left(\frac{c}{2\pi f}\right)^2 \frac{S}{L'} \\
 L' &= L + 1.7a \quad (\text{7レンジ付きパイプ}) \\
 &= L + 1.5a \quad (\text{7レンジなしパイプ})
 \end{aligned}$$